

## STRUKTURMIKRO DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LAS TABUNG LPG 3 kg IMAN FUADI.

Fakultas Industri, Jurusan Teknik Mesin. Iman.fuadi@gmail.com

### ABSTRAKSI

*Dalam pembuatan tabung gas LPG 3kg pengelasan yang digunakan yaitu las busur logam gas, las busur rendam dan las busur listrik. Pada penelitian ini sampel diambil dari PT. Indonusa Harapan Masa. Dari hasil metalografi Pada bagian neckring didapat fasa besi- $\alpha$  (ferrit) yang berwarna putih dan perlit yang berwarna gelap, pada daerah HAZ nya terdapat perubahan fasa besi- $\alpha$  (ferrit) dari bentuk bulat menjadi berbentuk memanjang dengan dikelilingi fasa perlit berwarna gelap dan karbida berbentuk partikel berwarna hitam kelam, untuk daerah pengelasannya kandungan karbida jauh lebih banyak dari pada daerah HAZ. Untuk strukturmikro bagian hand guard dan foot ring fasa besi- $\alpha$  (ferrit) lebih mendominasi dari pada fasa perlit, terjadi perubahan fasa ferrit dan perlit yang lebih halus pada daerah HAZ, untuk daerah pengelasannya terdapat fasa ferrit dan perlit serta karbida berbentuk partikel. Pada strukturmikro bagian circum daerah HAZ nya terdapat perubahan fasa ferrit berbentuk besar dan memanjang serta fasa perlit berbentuk besar. Dari pengujian kekerasan rockwell didapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada daerah kampuh sebesar 50,9HRA, 50,4HRA pada bagian Neckring, 53,2HRA, 47,3HRA pada bagian Hand Guard, 46,5HRA, 45,4HRA pada bagian Circum, 52,1HRA, 47,5HRA pada bagian Footring.*

**Kata Kunci : Mikrostruktur, Pengelasan, Tabung LPG 3KG**

### 1. Pendahuluan

Dalam penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Hal-hal ini sangat erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las, retak dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari kontuksi yang dilas. Dari penelitian ini akan dapat diketahui strukturmikro pada pengelasan baja tabung gas.

### 2. Teori Dasar

#### 2.1 BAJA.

Baja perkakas adalah suatu jenis baja paduan yang mempunyai komposisi dan toleransi yang sangat ketat dimana unsur-unsur pembentuk karbida merupakan faktor penting pada sifat mampu keras baja tersebut. Dalam proses pembuatannya baja perkakas dilebur dalam tungku listrik dengan kontrol metalurgis yang sangat hati-hati, ini dimaksudkan untuk menghindari cacat pada material. Selanjutnya baja perkakas diperiksa secara makroskopik dan mikroskopik untuk menjamin adanya ketepatan spesifikasinya. Semua ini dilakukan karena dalam pemakaiannya

baja perkakas banyak digunakan sebagai cetakan (*dies*) yang harus mempunyai ketahanan terhadap pembebanan dan temperatur tinggi secara berulang-ulang dalam jangka panjang tanpa mengalami patah dan aus akibat deformasi. Pemilihan baja perkakas tergantung pada syarat-syarat yang harus dipenuhi sesuai dengan penggunaannya<sup>[2]</sup>.

Ditinjau dari kandungan karbonnya, maka pembagian baja dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- Baja karbon rendah (  $< 0,2\% \text{ C}$  )
- Baja karbon medium (  $< 0,2-0,5\% \text{ C}$  )
- Baja karbon tinggi (  $> 0,5\% \text{ C}$  )

Perubahan sifat mekanik pada baja dapat dilakukan dengan proses perlakuan panas ( *Heat Treatment* ), yang merupakan proses pemanasan baja sampai temperatur pemanasan tertentu dan ditahan beberapa waktu hingga temperturnya merata kemudian dilakukan pendinginan cepat ( *Quenching* ). Proses ini menghasilkan struktur martensit yang bersifat keras tetapi getas, untuk menurunkan sifat getasnya dapat dilakukan dengan proses temper.

### 2.1.1 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja

Adanya unsur selain dengan proses-proses perlakuan panas, untuk memperbaiki sifat mekaniknya, baja sering dipadukan dengan unsur-unsur logam lain untuk membentuk baja paduan yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Baja paduan rendah : jumlah presentase berat

unsur paduan maksimal 8 %.

- Baja paduan tinggi : jumlah presentase berat unsur paduan lebih dari 8 %.

Baja karbon yang mempunyai satu atau lebih unsur-unsur paduan disebut baja paduan ( Alloy Steel ). Unsur paduan utamanya adalah : Krom (Cr), Silikon (Si), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Wolfram (W), Vanadium (V), Molibdenum (Mo), serta unsur-unsur lainnya.

Unsur paduan pada baja akan mempengaruhi temperatur eutektoid, pengaruh masing-masing unsur tersebut digunakan untuk memperbaiki atau merubah sifat-sifat mekanik baja pada proses perlakuan panas.

Adapun pengaruh masing-masing unsur yang biasanya dipadukan dalam baja diuraikan sebagai berikut :

- **CARBON (C)**

Unsur ini merupakan paduan utama yang dipakai dalam baja, pemakaiannya dimaksudkan untuk :

1. Membentuk karbida yang bersifat keras.
2. Memperluas daerah austensit, menambah kekuatan dan ketahanan daerah geser austensit.
3. Mengeraskan baja dengan struktur martensit yang dihasilkannya.
4. Makin sedikit kadar karbon akan menggeser hidung kurva diagram TTT kekiri begitupun sebaliknya.

- **KROM (Cr)**

Unsur paduan ini dalam baja yang pemakaiannya dimaksudkan antara lain:

1. Meningkatkan ketahanan korosi dan oksidasi.

2. Meningkatkan sifat mampu mesin dan unur panjang.
3. Menambah kekuatan pada temperatur tinggi.
4. Pembentuk karbida yang sangat keras sehingga mempunyai ketahanan aus yang baik.
5. Penstabil ferit, memperluas daerah ferit dan mempersempit daerah austenit sehingga baja krom pada temperatur kamar sama dengan baja feritik.

- **SILIKON (Si)**

Unsur paduan ini dalam baja yang pemakaiannya dimaksudkan antara lain:

1. Memperkuat baja paduan rendah.
2. Sebagai penstabil ferit.
3. Meningkatkan ferit.
4. Memperbaiki ketahanan korosi pada temperatur tinggi.
5. Memperbanyak penggrafitan.
6. Meningkatkan konduktifitas magnet dan listrik.

- **MANGAN (Mn)**

Unsur mangan pada baja berfungsi antara lain :

1. Mangan merupakan unsur yang dapat berfungsi sebagai desulfuran yaitu pengikat sulfur sehingga memperkecil terbentuknya sulfida besi (FeS) yang dapat menimbulkan rapuh panas ( Hot Shortness), hal ini dapat mencegah terjadinya kegetasan pada suhu tinggi.
2. Memperluas daerah austenit.
3. Meningkatkan kemampuan untuk dikeraskan.
4. Meningkatkan keuletan dan kekuatan tarik.
5. Memperluas daerah perlit.

6. Menstabilkan fasa karbida dan sebagai unsur pembentuk karbida.

- **NIKEL (Ni)**

Unsur nikel dalam baja berfungsi antara lain :

1. Memperluas daerah austenit.
2. Meningkatkan kemampuan untuk dikeraskan.
3. Meningkatkan keuletan baja feritik dan baja perlitik pada temperatur rendah.

- **WOLFRAM (W)**

Unsur paduan dalam baja, pemakaiannya dimaksudkan untuk :

1. Meningkatkan kekerasan dan kekuatan pada temperatur tinggi.
2. Membentuk karbida yang kuat sehingga membentuk partikel yang tahan aus.

- **VANADIUM (V)**

Unsur paduan ini dalam baja, pemakaiannya dimaksudkan antara lain :

1. Memantapkan ferit.
2. Menurunkan kekerasan austenit.
3. Sebagai pembentuk karbida yang kuat.
4. Mengurangi pengembangan butir pada suhu yang tinggi.
5. Membatasi pertumbuhan butir sehingga karbida-karbida tersebar secara halus dan merata.

- **MOLBDEN (Mo)**

Unsur paduan ini dalam baja, pemakaiannya dimaksudkan antara lain :

1. Meningkatkan ketahanan korosi.

2. Pembentuk karbida sehingga mempunyai partikel-partikel yang tahan pada gesekan dan sangat besar pengaruhnya terhadap sifat mampu keras.
3. Meningkatkan kekuatan dan kekerasan.
4. Meningkatkan mampu bentuk.
5. Meningkatkan kekerasan butir pada fasa austenit.
6. Memperlambat proses difusi.
7. Memcegah pertumbuhan butir pada temperatur tinggi.

### 2.1.2 Klasifikasi Baja Karbon

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah

baja dengan kadar karbon kurang dari 0,30%, baja karbon sedang mengandung 0,30% sampai 0,45% karbon dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45% sampai 1,70%

Tabel 2.1. Klasifikasi Baja Menurut AISI-SAE <sup>[12]</sup>

Classifications	Specifications
Carbon steels	10XX
Carbon steels, resulfurized	11XX
Carbon steels, resulfurized and rephosphorized	12XX
Manganese steels	13XX
Nickel steels	2XXX
Nickel steels 3.50% Ni	23XX
Nickel steels 5.0% Ni	25XX
Nickel chromium steels	3XXX
Ni-Cr steels 0.7% Ni, 0.7% Cr	30XX
Ni-Cr steels 1.25% Ni, 0.6% Cr	31XX
Ni-Cr steels 1.75% Ni, 1.0% Cr	32XX
Ni-Cr steels 3.50% Ni, 1.50% Cr	33XX
Carbon-molybdenum steels	40XX
Chromium-molybdenum steels	41XX
Chromium-nickel-molybdenum steels	43XX
Nickel-moly steels 1.65% Ni, 0.25% Mo	46XX
Nickel-moly steels 3.25% Ni, 0.25% Mo	48XX
Low chromium steels	50XX
Medium chromium steels	51XX
Carbon-chromium steels	52XX
Chromium-vandium steels	61X
Low Ni-Cr-Moly steels 0.20% Mo	86XX
Low Ni-Cr-Moly steels, 0.25% Mo	87XX
Silicon-Manganese Spring steels	92X
Silicon-Manganese-Cr Spring steels	93XX

Tabel 2.2. Klasifikasi baja karbon<sup>[1]</sup>

Jenis	Kelas	Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120
	Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130
	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145
Baja karbon sedang	Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170
Baja karbon tinggi	Baja keras	0,04-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200
	Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235

Baja karbon rendah yang disebut juga baja lunak banyak sekali digunakan untuk konstruksi umum. Baja karbon ini dibagi lagi dalam baja kil, baja seme-kil dan baja rim, dimana penamaannya didasarkan atas persyaratan deoksidasi, cara pembekuan dan distribusi rongga atau lubang halus di dalam ingot.

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi mampu-las dari baja karbon rendah adalah kekuatan tarik dan kepekaan terhadap retak las. Kekuatan tarik pada baja karbon rendah dapat dipertinggi dengan menurunkan kadar karbon C dan menaikkan kadar mangan Mn.

### 2.1.3 Jenis las yang digunakan pada pembuatan tabung gas

- 1 SMAW ( Shield Metal Arc Welding ) atau las busur nyala listrik terlindung, adalah pengelasan dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Jenis las ini yang paling

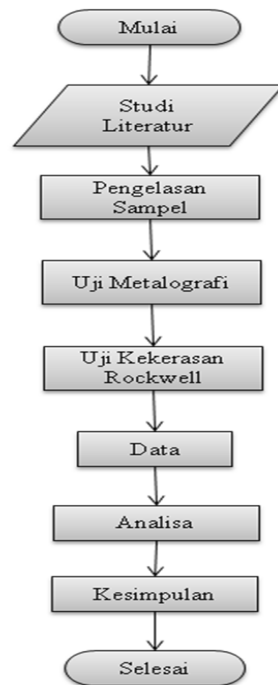
sering dipergunakan untuk hampir semua keperluan pengelasan.

2. GMAW ( Gas Metal Arc Welding ) atau pengelasan dengan gas dan nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, yang dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung yang berupa gas kekal ( inert ) atau Co<sub>2</sub>. Oleh karena itu jenis las ini disebut pula Co<sub>2</sub> welding. Bahan penambah dan gas pelindung berasal suatu moncong pistol las MIG.
3. SAW (submerged arc welding) atau pengelasan busur rendam, adalah suatu cara mengelas dimana logam cair ditutup dengan fluks yang diatur melalui suatu penampung fluks dan logam pengisi yang berupa kawat pejal diumpahkan secara terus menerus. Yang paling menguntungkan pada pengelasan dengan cara ini adalah besarnya arus yang dapat digunakan <sup>[1]</sup>.



### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Diagram diatas menggambarkan langkah suatu proses yang dilakukan

dalam melakukan metode penelitian sehingga memperoleh hasil dari penelitian yang sesuai dengan literatur pustaka. Langkah-langkah prosesnya berupa yaitu terminal yang menyatakan mulai dan selesai dari suatu proses, pengolahan yang menyatakan suatu proses berlangsung, dan keputusan untuk menyatakan dalam mengambil keputusan dari proses yang telah diolah dengan cara membandingkan. Untuk penjelasan lebih lanjutnya proses tersebut akan dibahas pada subab-subab berikutnya.

#### 3.2 Persiapan Bahan Pengujian

Bahan tabung gas LPG yang dipakai dalam penelitian diambil dari PT. INDONUSA HARAPAN MASA *tabel 3.1 komposisi kimia hot rolled steel JIS G 3101 SS400 sebagai bahan foot ring dan hand guard*<sup>[10]</sup>.

C %	Mn %	P %	S %
-	-	0,050	0,050

*tabel 3.2 komposisi kimia carbon steel S 17 C sebagai bahan neck ring*<sup>[11]</sup>

C %	Mn %	Si %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %
0,15-0,20	0,30-0,60	0,15-0,35	0,030	0,035	0,20	0,20	-

*tabel 3.3 Komposisi kimia hot rolled steel JIS G 3116 SG295 sebagai badan tabung upper dan lower*<sup>[7]</sup>.

C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Al %
0,108	0,212	0,638	0,0246	0,0111	0,0233	0,0050	0,0384	0,0020

tabel 3.3 Komposisi kimia hot rolled steel JIS G 3116 SG295 sebagai badan tabung upper dan lower (lanjutan).

Cu %	Nb %	Ti %	V %	B %	Zr %	CE (IIW) <sup>*)</sup> %	Pcm <sup>**) </sup> %
0.0579	0.0021	0.0153	0.0061	0.0032	0.0032	0.23	0.17

\*) CE (IIW) (%) =  $C + (Mn)/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$

\*\*) Pcm (%) =  $C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B$

#### ▪ Proses Pengelasan Sampel

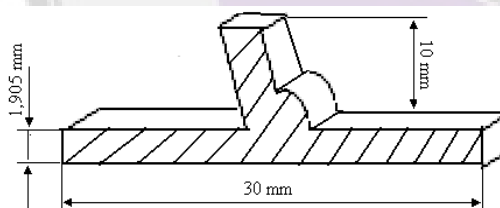
Dalam pengelasan sampel menggunakan las busur logam gas, las busur rendam dan las busur listrik. Pada bagian neck ring menggunakan las busur logam gas dengan arus 150 Amper, tegangan 20 Volt dan diameter elektroda 1,2 mm. Pada bagian circum menggunakan pengelasan busur rendam

dimana sambungan las berbentuk sambungan las tumpang dengan arus 200 Amper, tegangan 30 Volt. Untuk bagian *hand guard* dan *foot ring* dilakukan dengan cara pengelasan busur listrik dimana bentuk las sudut. dengan arus 150-200 Amper, tegangan 25 Volt, dan diameter elektroda 1,2 mm.

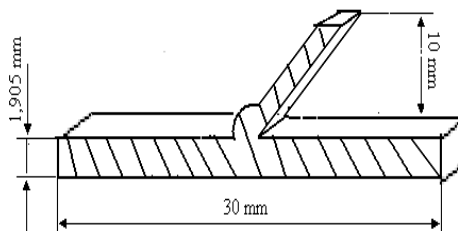
Tabel 3.4 Komposisi Kimia elektroda pada pengelasan tabung gas <sup>[13]</sup>

Jenis Elektroda	Komposisi Kimia (%)						Penggunaan
	C	Mn	Si	P	S	Cu	
AWS: A 518ER 70S-6	0.075	1.47	0.885	0.25	0.23		Neckring
AWS SFA 5.1: E 7016	0,08	1,00	0,53	0,012	0,008		Hand Guard dan Foot Ring
AWS A5.17 (EM 12 K)	0.05~0.15	0.80~1.2	0.10~0.3	0.030max	0.030max	0.35max.	Cirkum

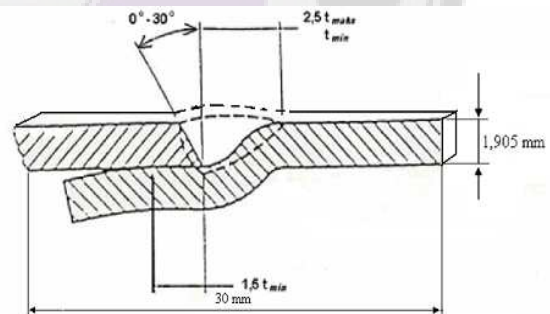
#### ▪ Dimensi Sampel



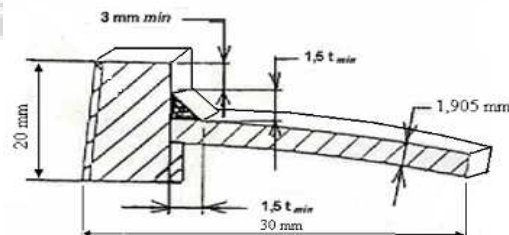
Gambar 3.2 Sampel bagian hand guard.



Gambar 3.3 Sampel bagian foot ring.

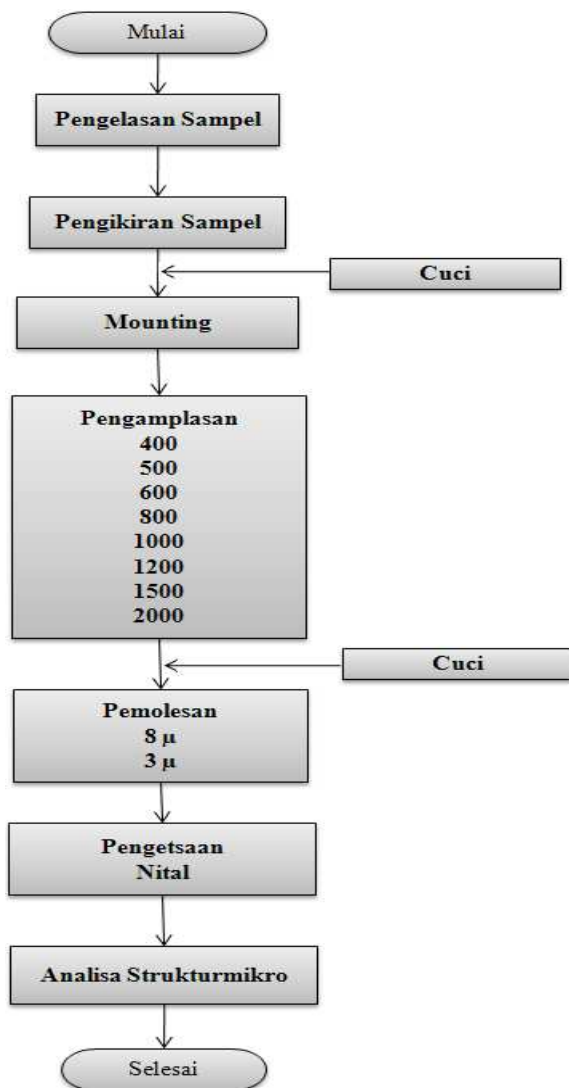


Gambar 3.4 Sampel bagian circum



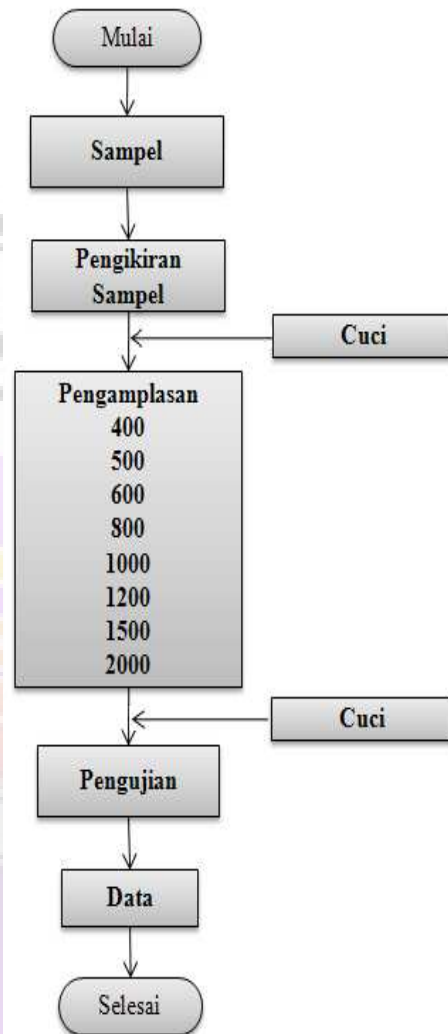
Gambar 3.5 Sampel bagian neckring

### 3.2 Diagram Alir Proses Metalografi



Gambar 3.6 Diagram alir proses Metalografi

### 3.3 Diagram Alir Proses Pengujian Rockwell

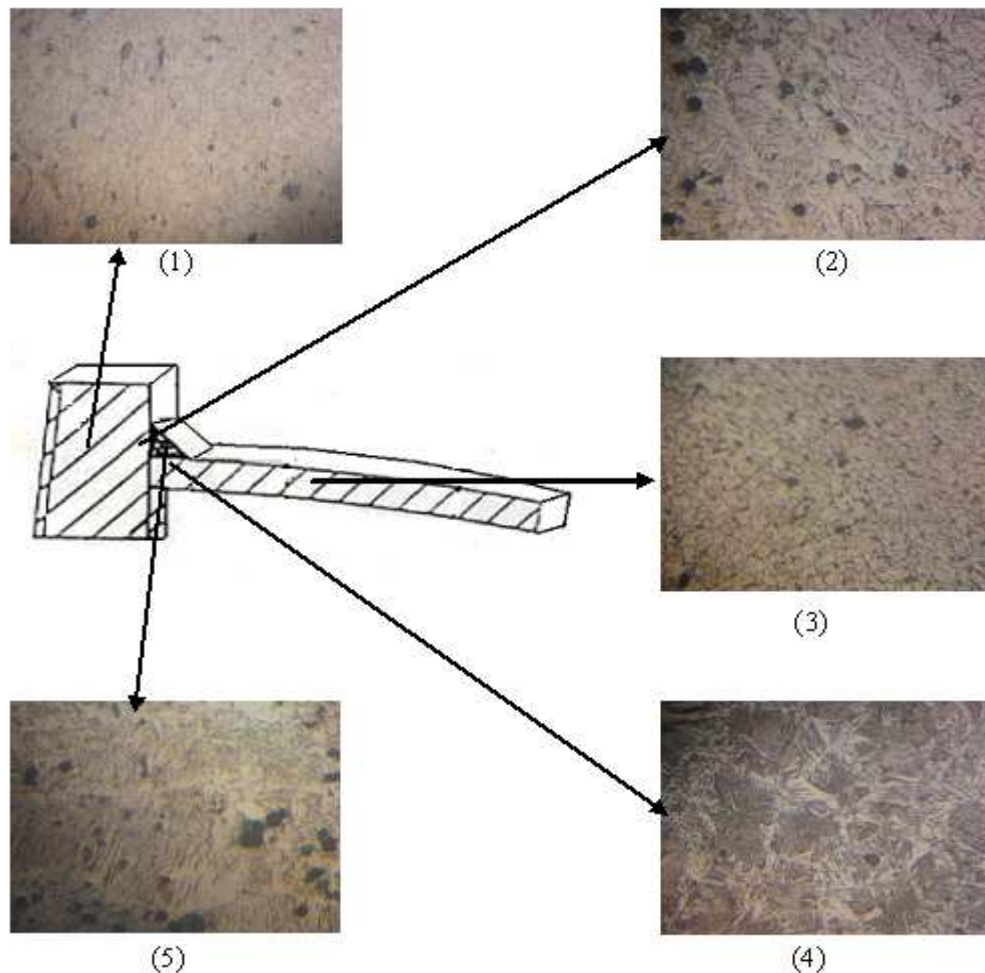


Gambar 3.7 Diagram alir proses pengujian Rockwell



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Struktur Mikro



Gambar 4.1 Strukturmikro bagian neckring dengan pembesaran 400X

Pada gambar 1 Strukturmikro bahan material S 17 C neckring didapatkan struktur fasa ferrit berbentuk bulat berwarna putih dengan perlit berwarna gelap.

Pada gambar 2 merupakan daerah haz material S 17 C mengalami pemanasan akibat dari proses pengelasan. Dari gambar 2 strukturmikro pada bagian HAZ material S 17 C terdapat perubahan fasa besi- $\alpha$  (ferrit) dari bentuk bulat menjadi berbentuk memanjang dengan dikelilingi fasa perlit berwarna gelap dan

karbida berbentuk partikel berwarna hitam kelam. Karbida adalah senyawa yang merupakan campuran karbon dengan unsur logam.

Pada gambar 3 adalah strukturmikro bahan material JIS G 3116 SG295 didapatkan struktur fasa besi- $\alpha$  (ferrit) berbentuk bulat yang lebih mendominasi dari struktur perlit.

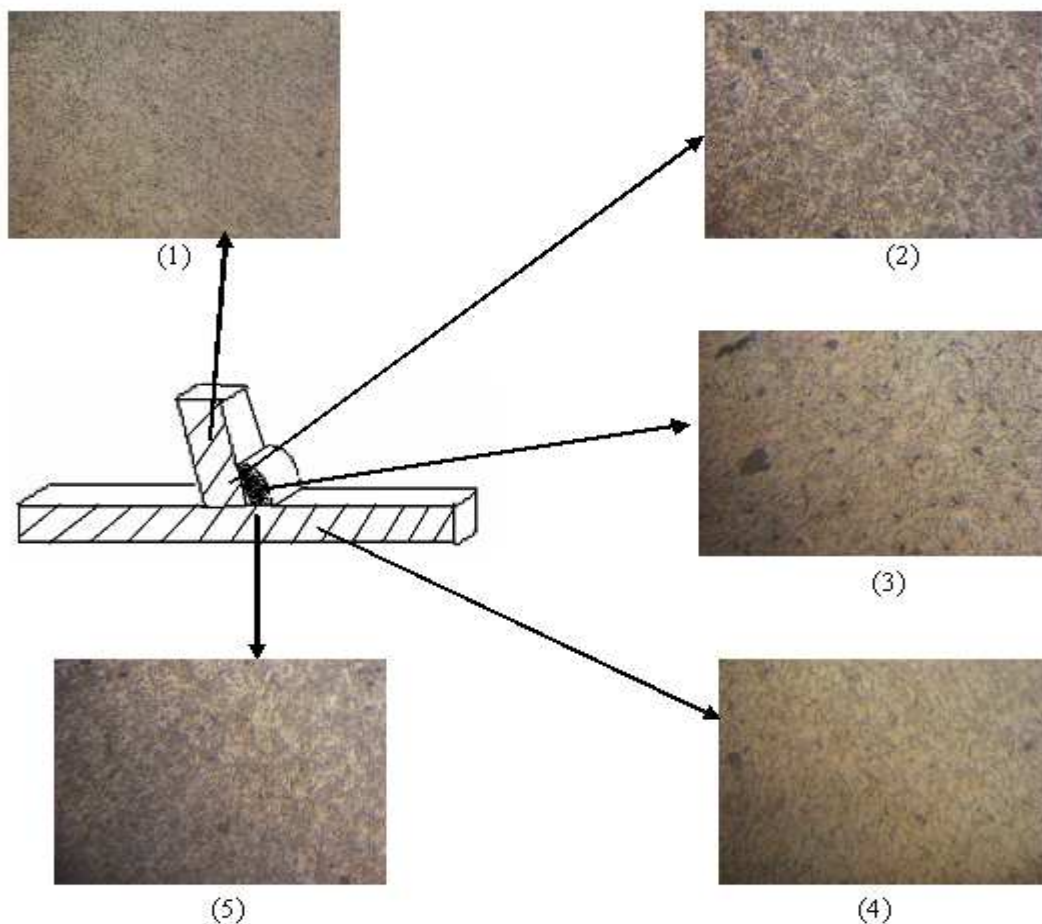
Pada gambar 4 merupakan Strukturmikro pada bagian HAZ material JIS G 3116 SG295 terdapat fasa perlit yang berwarna gelap dan fasa besi- $\alpha$

(ferrit) yang berwarna putih berbentuk memanjang. Pada gambar juga terlihat dominasi fasa perlit.

Sambungan las merupakan daerah yang terbentuk dari logam cair dari hasil campuran antara logam yang disambung dengan elektroda. Pada daerah ini

mempunyai strukturmikro yang kompleks seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 daerah ini merupakan daerah fusi yang disusun oleh kombinasi struktur perlit yang berwarna gelap, besi- $\alpha$  (ferrit) yang berwarna putih dan kabrada berbentuk partikel berwarna hitam kelam.

#### 4.1.2 Struktur Mikro Hand Guard



Gambar 4.2 Strukturmikro Bagian Hand Guard dengan pembesaran 400X

Pada gambar 1 merupakan strukturmikro bahan JIS G 3101 SS400 didapat struktur besi-

$\alpha$  (ferrit) yang berwarna putih yang lebih mendominasi dan perlit yang berwarna hitam. Pada bagian HAZ JIS G 3101 SS400 terdapat fasa besi- $\alpha$  (ferrit)

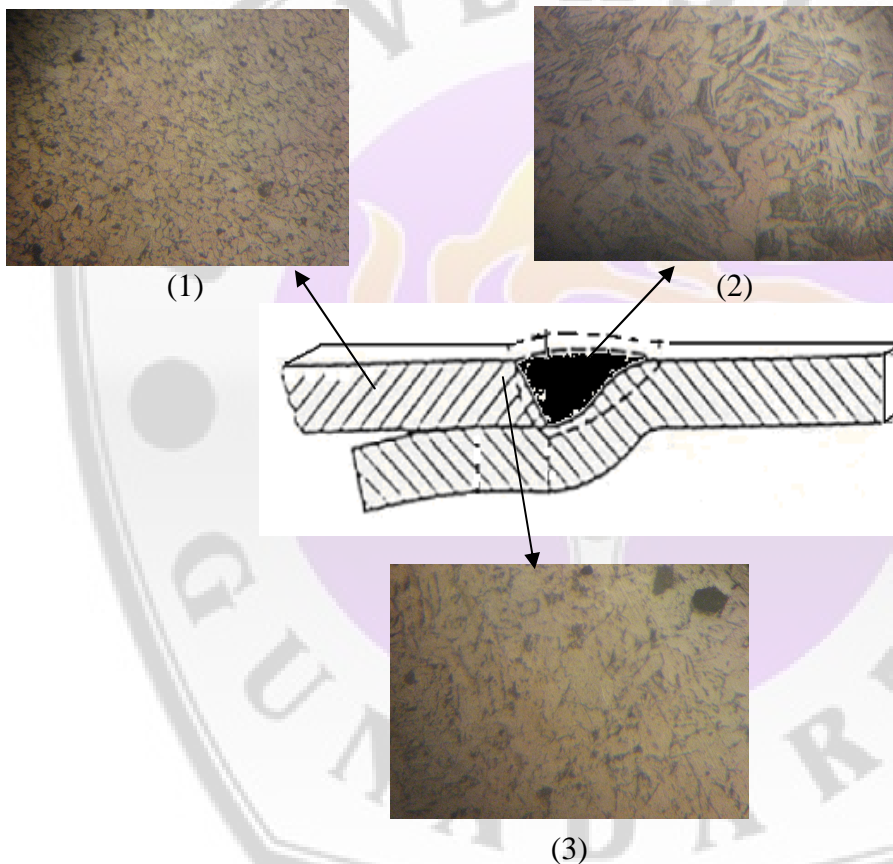
yang berwarna putih dan perlit yang berwarna gelap yang mendominasinya serta terjadi perubahan fasa ferrit dan perlit menjadi lebih halus yang

ditunjukkan pada gambar 2. Pada gambar 3 adalah strukturmikro pada bagian pengelasan didapat struktur fasa besi- $\alpha$  (ferrit), perlit dan karbida berbentuk partikel berwarna hitam kelam.

Pada strukturmikro material JIS G 3116 SG295 yang ditunjukkan pada gambar 4 terlihat fasa besi- $\alpha$  (ferrit) berbentuk bulat berwarna putih yang lebih mendominasi dari fasa perlit.

Pada gambar 5 merupakan daerah haz yang merupakan daerah pengaruh panas akibat dari proses pengelasan terlihat perubahan fasa ferrit dan perlit menjadi lebih halus. Fasa perlit lebih dominan dibandingkan dengan fasa besi- $\alpha$ .

#### 4.1.3 Struktur Mikro Circum



*Gambar 4.3 Strukturmikro Bagian Circum dengan pembesaran 400X*

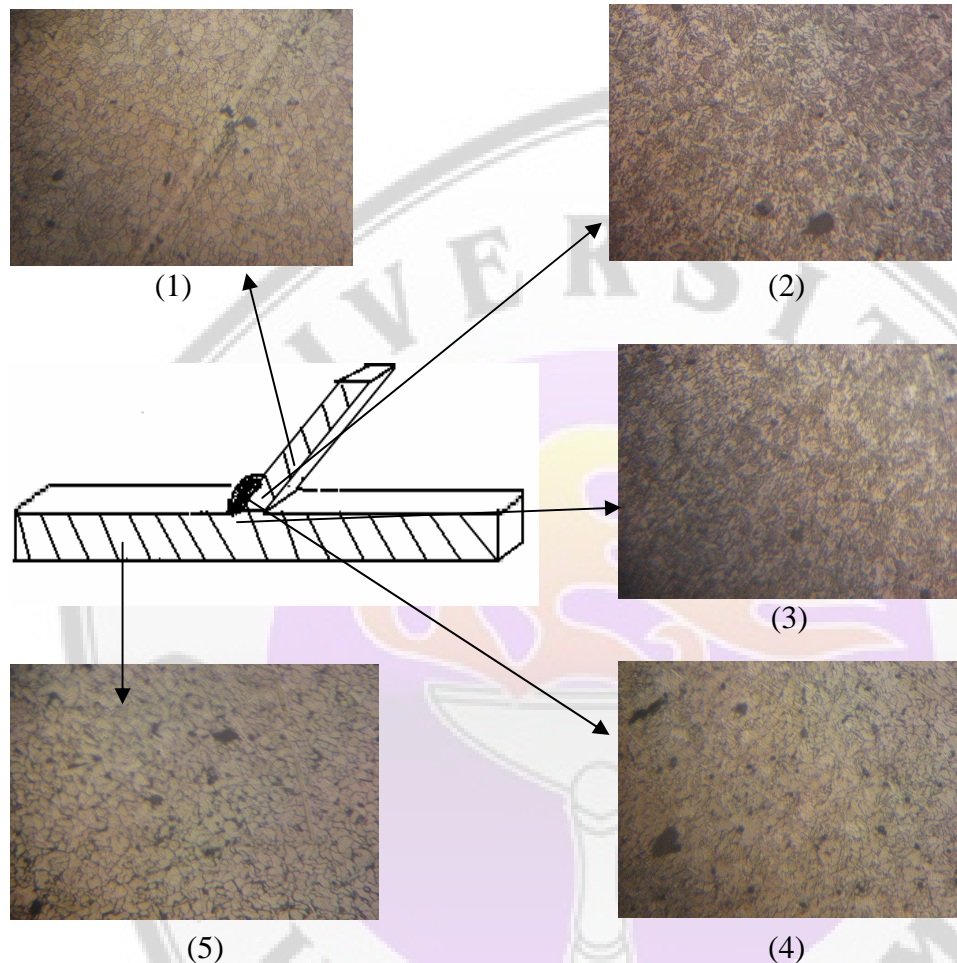
Pada gambar 1 diatas merupakan Strukturmikro material JIS G 3116 SG295 terdapat fasa perlit berwarna hitam dan besi- $\alpha$  (ferrit) berwarna putih yang lebih mendominasi.

Pada daerah HAZ yang ditunjukkan pada gambar 2 terlihat fasa besi- $\alpha$  (ferrit) berbentuk besar dan memanjang serta terlihat juga fasa perlit. Sedangkan strukturmikro pada bagian pengelasan

yang ditunjukkan pada gambar 3 terlihat fasa besi- $\alpha$  (ferrit) yang lebih dominan

dari perlit dan karbida berbentuk partikel berwarna hitam kelam.

#### 4.1.4 Struktur Mikro Foot Ring



*Gambar 4.4 Strukturmikro Bagian Foot Ring dengan pembesaran 400X*

Pada gambar 1 Strukturmikro material JIS G 3101 SS400 foot ring didapat struktur fasa besi- $\alpha$  (ferrit) yang berwarna putih dan perlit yang berwarna gelap.

Pada gambar 2 Strukturmikro pada bagian HAZ JIS G 3101 SS400 foot ring terdapat fasa besi- $\alpha$ (ferrit) dan perlit yang mendominasi serta terjadi perubahan fasa ferrit dan perlit menjadi lebih halus. Pada Gambar 3 Strukturmikro pada bagian

HAZ JIS G 3116 SG295 foot ring fasa perlit lebih dominan dibandingkan dengan fasa besi- $\alpha$  (ferrit).

Pada gambar 4 Strukturmikro pada bagian pengelasan foot ring didapat struktur fasa besi- $\alpha$  (ferrit) dan perlit serta karbida berbentuk partikel berwarna hitam kelam..

. Pada gambar 5 Struktur mikro material JIS G 3116 SG295 foot ring



terlihat fasa besi- $\alpha$  (ferrit) yang berwarna putih dan perlit berwarna hitam.

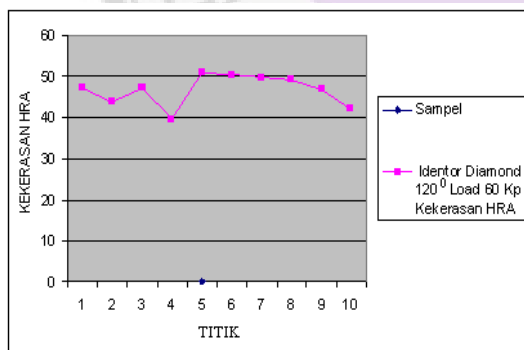
## 4.2 Kekerasan

### 4.2.1 Kekerasan Bagian Neckring

Tabel 4.1 Nilai kekerasan bagian neckring

Sampel	Indentor Diamond 120 <sup>0</sup> Load 60 Kp Kekerasan HRA	Keterangan
Neck Ring	47.2	Baja S17 C
	43.8	
	47.3	
	39.4	Haz Baja S17 C
	50.9	Kampuh
	50.4	
	49.8	Haz Baja JIS G 3116 SG295
	49.3	Baja JIS G 3116 SG295
	46.9	
	42.1	

Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil pengujian kekerasan Rockwell dengan indentor diamond 120<sup>0</sup>, load 60 kp sebanyak 10 kali penekanan diperoleh nilai kekerasan 47,2HRA, 43,8HRA, 47,3HRA untuk baja S17C, 39,4HRA untuk daerah HAZ baja S17C, 50,9HRA, 50,4HRA untuk daerah kampuh, 49,8HRA untuk daerah HAZ baja JIS G 3116 SG295, 49,3HRA, 46,9HRA, 42,1HRA untuk baja JIS G 3116 SG295.



Gambar 4.5 Grafik kekerasan bagian neckring

Dari gambar 4.5 pada grafik kekerasan terlihat dengan jelas perbedaan kekerasan pada penekanan ke 5 (50,9

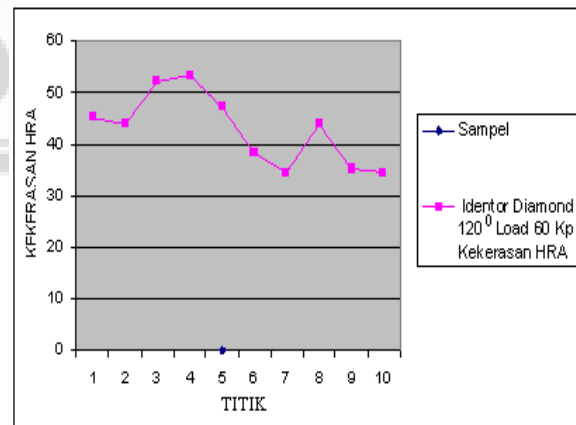
HR<sub>A</sub>.) dan ke 6 (50,4 HR<sub>A</sub>.) dibandingkan dengan yang lain, ini dikarenakan pada penekanan ke 5 dan ke 6 tertuju pada bagian lasannya yang ternyata lebih keras dibandingkan dengan daerah yang lain.

### 4.2.2 Kekerasan Bagian Hand Guard

Tabel 4.2 Nilai kekerasan bagian hand guard

Sampel	Indentor Diamond 120 <sup>0</sup> Load 60 Kp Kekerasan HRA	Keterangan
Hand Guard	45.2	Baja JIS G 3116 SG295
	43.9	
	52.2	Haz Baja JIS G 3116 SG295
	53.2	Kampuh
	47.3	
	38.3	Haz Baja JIS G 3101 SS400
	34.3	Baja JIS G 3101 SS400
	43.7	
	35.3	
	34.3	

Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil pengujian kekerasan Rockwell dengan indentor diamond 120<sup>0</sup>, load 60 kp sebanyak 10 kali penekanan diperoleh nilai kekerasan 45,2HRA, 43,9HRA untuk baja JIS G 3116 SG295, 52,2HRA untuk daerah HAZ baja JIS G 3116 SG295, 53,2HRA, 47,3HRA untuk daerah kampuh, 38,3HRA untuk daerah HAZ baja JIS G 3101 SS400, 34,3HRA, 43,7HRA, 35,3HRA, 34,3HRA untuk baja JIS G 3101 SS400.





Gambar 4.6 Grafik kekerasan bagian hand guard

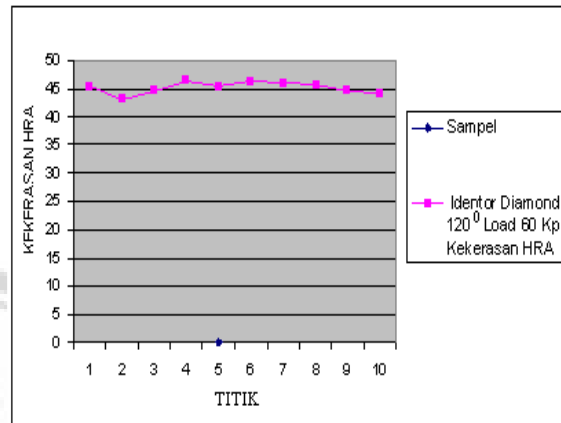
Dari gambar 4.6 pada grafik kekerasan terlihat dengan jelas perbedaan kekerasan pada penekanan ke 3 (52,2 HR<sub>A</sub>) dan ke 4 (53,2 HR<sub>A</sub>) dibandingkan dengan yang lain, ini dikarenakan pada penekanan ke 3 dan ke 4 tertuju pada bagian lasannya yang ternyata lebih keras dibandingkan dengan daerah yang lain.

#### 4.2.3 Kekerasan Bagian Circum

Tabel 4.3 Nilai kekerasan bagian circum

Sampel	Identor Diamond 120° Load 60 Kp	Keterangan
	Kekerasan HRA	
Circum	45.5	Baja JIS G 3116 SG295
	43.2	
	44.8	
	46.5	Kampuh
	45.4	
	46.3	Haz Baja JIS G 3116 SG295
	45.9	
	45.7	Baja JIS G 3116 SG295
	44.8	
	44.2	

Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil pengujian kekerasan Rockwell dengan identor diamond 120°, load 60 kp sebanyak 10 kali penekanan diperoleh nilai kekerasan 45,5HRA, 43,2HRA untuk baja JIS G 3116 SG295, 44,8HRA untuk daerah HAZ baja JIS G 3116 SG295, 46,5HRA, 45,4HRA untuk daerah kampuh, 46,3HRA untuk daerah HAZ baja JIS G 3116 SG295, 45,9HRA, 45,7HRA, 44,8HRA, 44,2HRA untuk baja JIS G 3116 SG295.



Gambar 4.7 Grafik kekerasan bagian circum

Dari gambar 4.7 pada grafik kekerasan terlihat dengan jelas perbedaan kekerasan pada penekanan ke 4 (46,5 HR<sub>A</sub>) dan ke 5 (45,4 HR<sub>A</sub>) dibandingkan dengan yang lain, ini dikarenakan pada penekanan ke 4 dan ke 5 tertuju pada bagian lasannya yang ternyata lebih keras dibandingkan dengan daerah yang lain.

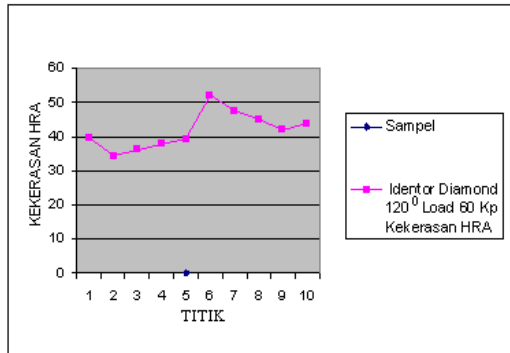
#### 4.2.4 Kekerasan Bagian Foot Ring

Tabel 4.4 Nilai kekerasan bagian foot ring

Sampel	Identor Diamond 120° Load 60 Kp	Keterangan
	Kekerasan HRA	
Foot Ring	39.7	Baja JIS G 3101 SS400
	34.5	
	35.9	
	37.7	
	39.1	Haz Baja JIS G 3101 SS400
	52.1	
	47.5	Kampuh
	45.1	
	42	Haz Baja JIS G 3116 SG295
	43.8	

Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil pengujian kekerasan Rockwell dengan identor diamond 120°, load 60 kp sebanyak 10 kali penekanan diperoleh nilai kekerasan 39,7HRA, 34,5HRA, 35,9HRA, 37,7HRA untuk baja JIS G 3101 SS400, 39,1HRA untuk daerah HAZ untuk baja JIS G 3101 SS400, 52,1HRA, 47,5HRA untuk daerah kampuh, 45,1HRA, 42HRA, 43,8HRA untuk daerah HAZ untuk baja JIS G 3116 SG295.

45,1HRA untuk daerah HAZ baja JIS G 3116 SG295, 42HRA, 43,8HRA untuk baja JIS G 3116 SG295.



Gambar 4.8 Grafik kekerasan bagian foot ring

Dari gambar 4.8 pada grafik kekerasan terlihat dengan jelas perbedaan kekerasan pada penekanan ke 6 (52,1 HRA) dan ke 7 (47,5 HRA) dibandingkan dengan yang lain, ini dikarenakan pada penekanan ke 7 dan ke 8 tertuju pada bagian lasannya yang ternyata lebih keras dibandingkan dengan daerah yang lain.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian strukturmikro dan kekerasan sambungan las tabung LPG 3 kg didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada strukturmikro bagian neckring didapatlah fasa besi- $\alpha$  (ferrit) yang berwarna putih dan pearlit yang berwarna gelap. Pada daerah HAZ nya terdapat perubahan fasa besi- $\alpha$  (ferrit) dari bentuk bulat menjadi berbentuk memanjang dengan dikelilingi fasa pearlit berwarna gelap dan karbida berbentuk partikel berwarna hitam kelam. Untuk daerah pengelasannya kandungan

karbida jauh lebih banyak dari pada daerah HAZ.

2. Untuk strukturmikro bagian hand guard dan foot ring fasa besi- $\alpha$  (ferrit) lebih mendominasi dari pada fasa pearlit. Terjadi perubahan fasa ferrit dan pearlit yang lebih halus pada daerah HAZ. Untuk daerah pengelasannya terdapat fasa ferrit dan pearlit serta karbida berbentuk partikel.
3. Pada strukturmikro bagian circum daerah HAZ nya terdapat perubahan fasa ferrit berbentuk besar dan memanjang serta fasa pearlit berbentuk besar.
4. Dari pengujian kekerasan rockwell didapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada daerah kampuh sebesar 50,9HRA, 50,4HRA pada bagian Neckring, 53,2HRA, 47,3HRA pada bagian Hand Guard, 46,5HRA, 45,4HRA pada bagian Circum, 52,1HRA, 47,5HRA pada bagian Foot ring.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wiryosumarto Harsono, Toshie okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
- [2]. Krauss, George, *Steel Heat Treatment and Processing Principles*, ASM International, Material Park, Ohio, 1995.
- [3]. Modul Praktikum LAB MATERIAL TEKNIK, Universitas Gunadarma, Depok, 2001

- [4]. ASM Handbook, *Materials Selection And Design*, Volume 20, ASM International, 1997.
- [5]. Lancaster J.F, *Metalurgy Of Welding*, Abington Publishing, 1999.
- [6]. Harris and Marsall, *The Control Of Corrosion In Industrial Cooling water System*, 1980.
- [7]. <http://www.google.co.id/search?q=PENGKAJIAN+KARAKTERISTIK+BAHAN+BAKU+%28RAW+MATERIAL%29+LEMBARAN+BAJA+%28STEEL+PLATE%29+UNTUK+TABUNG+GAS+3KG+PRODUK+LOKAL+%26+IMPOR+SECARA+METALURGI&ie=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id8&oe=utf:official&client=firefox-a>
- [8]. John E Bringas , *Handbook of comparative world steel standards* , Printed in Baltimore, MD, 2002.  
<http://www.google.co.idsearchhl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla:official&hs=ASp&q=chemical+composition+carbon+steel+s17c&start=20&sa=N>
- [9]. Google, SNI Tabung Baja LPG SNI%201452-2007
- [10]. <httpwww.google.co.idsearchhl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aid%3Aofficial&q=chemical+composition+jis+g+3101&btnG=Telusuri&meta=>
- [11]. [httpwww.google.co.idsearchq=Information\\_on\\_Steel\\_Products&btnG=Telusuri&hl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aid%3Aofficial&sa=2](httpwww.google.co.idsearchq=Information_on_Steel_Products&btnG=Telusuri&hl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aid%3Aofficial&sa=2).
- [12] [httpwww.blueshield.caendocspdftechInfoDataBookE-F section 218to228.pdf](httpwww.blueshield.caendocspdftechInfoDataBookE-Fsection218to228.pdf)
- [13] <http://www.jpserverlink.com>